Iran. J. Insur. Res., 12(2): 143-154, Spring 2023, Serial #44

Iranian Journal of Insurance Research
(IJIR)

Homepage: https://ijir.irc.ac.ir/?lang=en

Insurance Research Center (IRC)

ORIGINAL RESEARCH PAPER

# Introducing enhanced annuity product and calculating its payouts for the insureds with different cancers using adjustment approaches of possible mortality

**M. Aalaei**

*Department of Personal Insurance, Insurance Research Center, Tehran, Iran*

**ARTICLE INFO**

***Article History:***
Received 12 September 2022
Revised 24 October 2022
Accepted 24 January 2023

***Keywords:***
*Adjustment mortality*
*Enhanced annuities*
*Fuzzy payout*
*Life expectancy*
*Life table*
*Probabilities*

*Corresponding Author:
Email: *aalaei@irc.ac.ir*
Phone: +9821 22084084
ORCID: 0000-0002-6138-3186

DOI: 10.22056/ijir.2023.02.05

**ABSTRACT**

**BACKGROUND AND OBJECTIVES:** One of the most important issues that insurance companies face when introducing new insurance products is how to price such products. In this article, in addition to introducing the increased annuity product, the payments of this product for cancer insureds, taking into account the probability of death or survival have been calculated for use in the country's insurance industry.
**METHODS:** This research is of a quantitative type and in it, the amount of annuity insurance payment increased for the insured who are cancer patients, for a single net insurance premium, is calculated using two different approaches to adjust the probability of death. Also in this research the data of the American Cancer Society and the list of technical profit rates announced in the supplement of Regulation No. 68 of the Supreme Council of Insurance, as well as the announced data table of the Iranian life insurance at the year 2021, were used.
**FINDINGS:** In this article, the effect of adjusting the mortality probability using "adjustment multiplier" and "age rating" approaches on the amount of annuity payouts for insureds of different ages were investigated. It is expected that with an increase in the adjustment factor, which means an increase in the insured's health problems, the life expectancy will decrease and the amount of pension payment will increase, which the findings of the article also confirm this issue. In addition, based on the relative survival assessment of 5 years and with the amount of pension payment for the insured, the life expectancy using the adjustment factor and the increased amount of pension payment for the 65-year-old insured with various cancers of the breast, colon, lung and skin with Standard health status was compared. Based on the findings of this research, local skin cancer and local breast cancer with a 5-year survival probability of 99% have the lowest pension payment increase of 2.13%. On the other hand, diffuse lung cancer and diffuse colon cancer with survival probability of 8 and 15 percent, have the highest increase in pension payments, i.e. 413.57 and 309.47 compared to standard pension payments. The fuzzy payout of annuity for the insured with local skin cancer and local breast cancer was obtained the interval [161/04, 167/88], and the payout of age rating approach with the value of 167/34 is also included in this interval. It should be noted that, in general, the payout of the "age rating" approach is higher than the "adjustment multiplier" approach.
**CONCLUSION:** If a person has a certain health condition, the mortality and survival probability, as well as life expectancy, will be different from the standard state. For this purpose, an adjustment factor is considered for the mortality probability, and the annuity payout will be adjusted accordingly. In this article, the amount annuity payouts for the insured with different types of cancer was investigated, compared and analyzed based on two different adjustment mortality probabilities approaches.

نشریه علمی پژوهشنامه بیمه

سایت نشریه: https://ijir.irc.ac.ir/?lang=fa

مقاله علمی

# معرفی محصول مستمری افزایش‌یافته و محاسبهٔ پرداخت‌های آن برای بیمه‌شدگان دارای سرطان‌های مختلف با استفاده از رویکردهای تعدیل احتمالات مرگ‌ومیر

**محبوبه اعلائی**

*گروه پژوهشی بیمه‌های اشخاص، پژوهشکدهٔ بیمه، تهران، ایران*

**اطلاعات مقاله**

***تاریخ های مقاله:***

تاریخ دریافت: ۲۱ شهریور ۱۴۰۱

تاریخ داوری: ۰۲ آبان ۱۴۰۱

تاریخ پذیرش: ۰۴ بهمن ۱۴۰۱

***کلمات کلیدی:***

*امید زندگی*

*پرداختی فازی*

*تعدیل احتمالات مرگ و میر*

*جدول عمر*

*مستمری افزایش یافته*

*نویسنده مسئول:

**ایمیل:** *aalaei@irc.ac.ir*

**تلفن:** ۰۲۱۲۲۰۸۴۰۸۴+۹۸

ORCID: 0000-0002-6138-3186

DOI: 10.22056/ijir.2023.02.05

## چکیده:

**پیشینه و اهداف:** در این مقاله، علاوه بر معرفی محصول مستمری افزایش‌یافته، پرداخت‌های این محصول برای بیمه‌شدگان دارای سرطان‌های مختلف با در نظر گرفتن تعدیلی برای احتمالات مرگ‌ومیر و بقا، جهت استفاده در صنعت بیمهٔ کشور محاسبه شده است.

**روش‌شناسی:** در این مطالعه، میزان پرداختی بیمهٔ مستمری افزایش‌یافته برای بیمه‌شدگان دارای سرطان‌های مختلف برای یک حق بیمهٔ خالص یکجا با استفاده از دو رویکرد مختلف تعدیل احتمالات مرگ‌ومیر محاسبه شده است و روش تحقیق از نوع کمی است. همچنین از داده‌های انجمن سرطان آمریکا، نرخ سود فنی اعلام‌شده در مکمل آیین‌نامهٔ شمارهٔ ۶۸ شورای عالی بیمه و جدول عمر ایران برای انجام محاسبات استفاده شده است.

**یافته‌ها:** در این مقاله، تأثیر تعدیل احتمالات مرگ‌ومیر با استفاده از دو رویکرد مختلف «ضریب تعدیل» و «نرخ‌گذاری مبتنی بر سن» بر میزان پرداختی مستمری برای بیمه‌شدگان با سنین مختلف بررسی شد. انتظار می‌رود با زیادشدن ضریب تعدیل که به معنی افزایش مشکلات سلامتی بیمه‌شده است، امید زندگی کاهش و میزان پرداختی مستمری افزایش یابد که یافته‌های مقاله نیز مؤید این مسئله است. علاوه بر این، امید زندگی تعدیل‌شده با استفاده از ضریب تعدیل و میزان پرداختی مستمری افزایش‌یافته برای بیمه‌شدگان ۶۵ ساله مبتلا به سرطان‌های مختلف پستان، رودهٔ بزرگ، ریه و پوست بر اساس نرخ بقای نسبی ۵ ساله محاسبه و با میزان پرداختی مستمری برای بیمه‌شدگان با وضعیت سلامتی استاندارد مقایسه شد. بر اساس یافته‌های مقاله، سرطان موضعی پوست و سرطان موضعی پستان با احتمال بقای ۵ ساله ۹۹ درصد دارای کمترین افزایش پرداختی مستمری به میزان ۲/۱۳ درصد و سرطان منتشر ریه و سرطان منتشر رودهٔ بزرگ با احتمال بقای به ترتیب ۸ و ۱۵ درصد دارای بیشترین افزایش پرداختی مستمری به میزان ۴۱۳/۵۷ و ۳۰۹/۴۷ درصد نسبت به پرداختی مستمری استاندارد بوده است. علاوه بر این، با استفاده از نرخ بقای ۵ سالهٔ فازی برای این رویکرد، بازه‌ای برای تمام حالت‌های ممکن برای پرداختی مستمری مشخص شد. پرداختی فازی مستمری برای بیمه‌شدگان دارای سرطان موضعی پوست و سرطان موضعی پستان، بازه [۱۶۷/۸۸, ۱۶۱/۰۴] به‌دست آمد که پرداختی رویکرد نرخ‌گذاری مبتنی بر سن، با مقدار ۱۶۷/۳۴ نیز در این بازه قرار گرفته است. قابل ذکر است که به‌طور کلی، پرداختی رویکرد «نرخ‌گذاری مبتنی بر سن» نسبت به رویکرد «ضریب تعدیل» بیشتر است.

**نتیجه‌گیری:** در محاسبهٔ پرداختی‌های مستمری، به‌صورت پیش‌فرض سلامت بیمه‌شده در وضعیت استاندارد در نظر گرفته می‌شود. در صورتی که فرد دارای وضعیت سلامتی خاصی باشد، مثلاً به بیماری سرطان مبتلا باشد، احتمالات مرگ‌ومیر و بقا و همچنین امید زندگی متفاوتی نسبت به حالت استاندارد خواهد داشت. به این منظور تعدیلی برای احتمالات مرگ‌ومیر در نظر گرفته می‌شود که پرداختی مستمری نیز بر اساس آن تعدیل خواهد شد. در این مقاله میزان افزایش پرداختی مستمری برای بیمه‌شدگان مبتلا به انواع سرطان بر اساس دو رویکرد مختلف تعدیل احتمالات مرگ‌ومیر بررسی، مقایسه و تحلیل شد.

*توجه: مدت زمان بحث و انتقاد برای این مقاله تا ۱ جولای ۲۰۲۳ در وب سایت IJIR در «نمایش مقاله» باز می‌باشد*

## مقدمه

نظر به تکلیف قانونی مهم در ماده ۱۱ برنامه ششم توسعه مبنی بر افزایش چشمگیر سهم بیمه‌های زندگی از کل پورتفوی صنعت بیمه، توجه به انواع محصولات بیمه‌های زندگی ازجمله بیمه‌های مستمری ضروری است. علاوه بر این، از طرفی، با توجه به تغییر سنی هرم جمعیت کشور به سالمندی، افزایش تعداد افراد سالمند منجر به افزایش تقاضای ارائهٔ خدمات به این قشر و درنتیجه افزایش قیمت این خدمات خواهد شد. از طرف دیگر، میان میزان افزایش درآمد بازنشستگان و تورم اقتصادی فاصلهٔ زیادی وجود دارد. بنابراین، افراد برای پوشش هزینه‌های خود در زمان بازنشستگی و در سنین سالمندی به دنبال راه‌های مکمل هستند. با توجه به نقش مسائل مالی در رفاه اقتصادی و روانی، پرداختن به بحث بیمهٔ مستمری که می‌توان در دوران کهنسالی و بازنشستگی از مزایای آن بهره برد، اهمیت زیادی دارد.

رویهٔ سنتی و رایج برای فروش بیمهٔ مستمری در شرکت‌های بیمه این است که به همهٔ بیمه‌شدگان همسن، قیمت یکسانی ارائه شود. درواقع، فرض بر این است که هر بیمه‌شده بر اساس سنش دارای وضعیت سلامتی متعارف است. به این ترتیب، هنگام قیمت‌گذاری مستمری‌های استاندارد، هیچ طبقه‌بندی ریسکی در نظر گرفته نمی‌شود. بنابراین، این مستمری‌ها، برای کسانی که به‌دلیل وضعیت نامناسب سلامت و یا سبک زندگی، امید زندگی کمتر از میانگین جمعیت دارند، گران و ناعادلانه هستند. درنتیجه، در راستای بازاریابی بهتر و فروش بیشتر، علاقهٔ زیادی به ارائهٔ مستمری‌های افزایش‌یافته یا غیراستاندارد بر اساس ارزیابی پزشکی وجود دارد. این محصولات به افرادی که امید زندگی کمتری به‌دلیل فاکتورهای سلامتی مانند دیابت یا عوامل سبک زندگی مانند سیگارکشیدن دارند، پرداخت بیشتری را ارائه می‌دهند. به‌عبارت دیگر، این مستمری‌ها می‌توانند بر اساس یک اختلال سلامتی مانند فشار خون بالا یا دیابت باشند یا بر اساس عوامل شیوهٔ زندگی مانند مصرف دخانیات یا طبقه‌بندی حرفه‌ای اجتماعی پایه‌ریزی شوند. بنابراین، مستمری‌های افزایش‌یافته با ارائهٔ نرخ‌های جذاب‌تر برای افرادی که طول عمر مورد انتظارشان از متوسط جامعه مستمری‌بگیر کمتر است، این پتانسیل را دارند که بازار مستمری را افزایش دهند (OECD, 2016). اگرچه بیمه‌گر با ارائهٔ محصولات بیمه‌ای در معرض ریسک‌هایی قرار می‌گیرد. ریسک بیمه‌گری، ریسک قیمت‌گذاری نادرست محصول به‌دلیل مفروضات نامناسب است. این ریسک به‌طور بالقوه برای انواع خاصی از مستمری‌ها ازجمله بیمهٔ مستمری افزایش‌یافته بیشتر از سایر مستمری‌ها چالش ایجاد می‌کند. به‌عبارت دیگر، بیمه‌گر از لحاظ قیمت‌گذاری دقیق مستمری، ریسک بزرگی را متحمل می‌شود. زیرا این امر منوط به ارزیابی دقیق میزان کاهش امید زندگی برای فرد با توجه به شرایط خاص وی از نظر سلامتی است (Aalaei, 2021). با توجه به اینکه نرخ بقا برای بیماری‌ها به‌صورت کلی ارائه می‌شود و برای هریک از بیماران، با توجه به شرایط سلامتی خاصی که دارد ممکن است نرخ واقعی بقا پایین‌تر یا بالاتر از میزان اعلام شده باشد. بنابراین، در این موارد برای تعیین میزان حق بیمه یا پرداختی مستمری، قضاوت حرفه‌ای اکچوئر، بر اساس اظهارنظر ارزیاب وضعیت سلامتی کمک‌کننده خواهد بود. به این منظور، با استفاده از تئوری فازی می‌توان بازه‌ای از تمام حالات ممکن برای پرداختی مستمری جهت قضاوت اکچوئر فراهم نمود.

در این مقاله تلاش شده است با در نظر گرفتن دو رویکرد مختلف برای تعدیل احتمالات مرگ‌ومیر برای بیمه‌شدهٔ دارای سرطان، به محاسبهٔ میزان پرداختی مستمری افزایش‌یافته پرداخته و نتایج حاصل از دو رویکرد را با هم مقایسه کنیم. همچنین با استفاده از تئوری فازی و در نظر گرفتن نرخ بقای ۵ساله به‌عنوان یک عدد فازی، به محاسبهٔ پرداخت‌های فازی این محصول مستمری افزایش‌یافته و ارائهٔ بازه‌ای جهت قضاوت اکچوئر بپردازیم. به‌عبارت دیگر، هدف این مقاله علاوه بر معرفی محصول مستمری افزایش‌یافته، محاسبهٔ پرداخت‌های قطعی و فازی آن برای بیمه‌شدگان دارای سرطان برای استفاده در صنعت بیمه کشور است. بدین منظور، پس از معرفی دو رویکرد «نرخ‌گذاری بر اساس سن» و «ضریب تعدیل» برای تعدیل احتمالات بقا و مرگ‌ومیر، نحوهٔ محاسبهٔ پرداخت‌های مستمری افزایش‌یافته ارائه شده است. همچنین مفاهیم مرتبط با متغیرهای تصادفی فازی جهت استفاده در محاسبهٔ پرداختی‌های فازی بیان شده است. در ادامهٔ مقاله، پیشینهٔ تحقیق و روش‌شناسی تحقیق بیان گردیده است. همچنین، یافته‌های تحقیق بر اساس دو رویکرد تعدیل احتمالات و استفاده از متغیرهای فازی ارائه و تحلیل شده است. درنهایت، جمع‌بندی، نتیجه‌گیری و پیشنهادات ارائه شده است.

## مبانی نظری پژوهش

در این بخش به ارائهٔ تعاریف و مفاهیم مورد نیاز می‌پردازیم. ابتدا به معرفی رویکردهای تعدیل احتمالات مرگ‌ومیر برای بیمه‌شدهٔ دارای بیماری پرداخته و سپس، نحوهٔ محاسبهٔ پرداخت‌های محصول مستمری افزایش‌یافته را مورد بحث قرار می‌دهیم. درنهایت، تعریف متغیر تصادفی فازی را جهت استفاده در محاسبهٔ پرداختی‌های فازی مستمری افزایش‌یافته ارائه می‌کنیم.

### *رویکردهای تعدیل احتمالات مرگ‌ومیر*

دو پارامتر کلیدی در محاسبهٔ پرداخت‌های مستمری، احتمالات بقا و نرخ تنزیل است. در مورد فرد بیمه‌شده با وضعیت سلامتی خاص، احتمالات بقا و مرگ‌ومیر استاندارد باید تعدیل شود. بنابراین، فرد باید گواهینامه‌ای از ارزیاب وضعیت سلامتی (*MU*) در خصوص جدول مرگ‌ومیر مربوط به پروندهٔ خود دریافت کند. ارزیاب وضعیت سلامتی از سابقهٔ پزشکی بیمه‌شده که در فرم سلامت منعکس می‌شود استفاده می‌کند؛ و در صورتی که تشخیص وضعیت سلامتی بیمه‌شده به تجزیه‌وتحلیل و گزارش‌های بالینی خاصی نیاز داشته باشد، اظهارنامه‌ای را تکمیل می‌کند. پس از دریافت این ورودی‌ها، ارزیاب وضعیت سلامتی باید بیان کند که میزان مرگ‌ومیر متقاضی تا چه اندازه با استاندارد متفاوت است. بنابراین، ارزیاب وضعیت سلامتی درنهایت، از یک جدول استاندارد مرگ‌ومیر، جدول تعدیل‌شدهٔ دیگری را به‌دست می‌آورد که با وضعیت سلامت شخصی و سبک زندگی فرد

بیمه‌شده و امید زندگی مربوط به وی سازگار است. Olivieri (2006) پیشنهادات ارائه‌شده در ادبیات موضوع برای اصلاح جداول استاندارد مرگ‌ومیر در قیمت‌گذاری بیمهٔ عمر را ارائه کرده است. اگر $q_x$ را احتمال مرگ‌ومیر بیمه‌شده‌ای با سن x قبل از رسیدن به سن $x+1$ و $q_x^*$ همتای تعدیل‌شدهٔ آن برای فردی باشد که وضعیت سلامتی‌اش، او را مستعد ارائهٔ احتمالات متفاوت از استاندارد می‌کند، می‌توان فرض کرد:

$$q_x^* = \alpha + \beta q_x \tag{۱}$$

$$q_x^* = q_{x+k} \tag{۲}$$

توجه شود که در رابطهٔ (۱) عبارت $q_x^*$ یک تابع خطی از احتمال استاندارد $q_x$ است. به همین ترتیب، احتمال تعدیل‌شدهٔ مرگ $q_x^*$ در رابطهٔ (۲) با افزایش سن فعلی بیمه‌شده به میزان k سال به‌دست می‌آید، درنتیجه برآورد می‌شود که وضعیت سلامتی این فرد با یک فرد در سن x + k مطابقت داشته باشد. به این رویکرد، نرخ‌گذاری بر اساس سن نیز گفته می‌شود (Dickson *et al.*, 2019).

بر اساس پژوهش‌های Brockett *et al.* (2013)، Dolan and Falu (2014) و یا Xu (2019) رایج‌ترین موارد برای ارزیابان وضعیت سلامتی رابطهٔ (۱) با $\alpha=0$ و $\beta=1+\gamma$ است که $\gamma$ افزایش مرگ‌ومیر ناشی از وضعیت شخصی بیمه‌شده را بیان می‌کند. در ادبیات موجود، $\beta$ معمولاً ضریب مرگ‌ومیر نامیده می‌شود و $\gamma$، با استفاده از عوامل بالفعل در سبک زندگی یا وضعیت سلامتی بیمه‌شده مانند فشار خون بالا، مصرف منظم الکل و عوامل بالقوه مانند سابقهٔ سرطان و ... تنظیم می‌شود. به‌عبارت دقیق‌تر، $\gamma$ با شناسایی مؤلفه‌های منفی افزایش، و با شناسایی مؤلفه‌های مثبتی مانند سبک زندگی فعال، عدم سابقهٔ تومورهای بدخیم در خانواده و غیره کاهش می‌یابد. با در نظر گرفتن $m$ عامل مثبت یا منفی در زندگی بیمه‌شده، به‌صورت $\gamma=\sum_{j=1}^{m}\rho_j$ تعیین می‌شود که $\rho_j$ نشان‌دهندهٔ عامل مثبت یا منفی در مرگ‌ومیر ناشی از ارزیابی انجام‌شده در مورد $j$ است. بنابراین، رابطهٔ (۱) به‌صورت زیر بیان می‌شود:

$$q_x^* = \beta q_x = (1+\sum_{j=1}^{m}\rho_j)q_x \tag{۳}$$

و چون $0\le q_x^*\le 1$ پس باید $-1\le\sum_{j=1}^{m}\rho_j\le\frac{1}{q_x}-1$ برقرار باشد.

با این حال، از آنجایی که ممکن است این نابرابری در تمام سنین در جدول استاندارد مرگ‌ومیر برآورده نشود، Xu (2019) ، Sanchez and Puchades (2021) و Aalaei (2023) به‌جای رابطهٔ (۳)، رابطهٔ زیر را پیشنهاد کرده‌اند:

$$q_{x+t}^* = min\{1,(1+\sum_{j=1}^{m}\rho_j)q_{x+t}\},\ t=1,2,3\ldots,\omega-x \tag{۴}$$

به این رویکرد، در این مقاله رویکرد ضریب تعدیل گفته می‌شود.

می‌توان احتمال غیرمتعارف زنده‌ماندن بیمه‌شدهٔ $x$ ساله به مدت $k$ سال را با استفاده از احتمالات مرگ‌ومیر $q_{x+t}^*$ در رابطهٔ (۴) به‌صورت رابطهٔ زیر به‌دست آورد:

$${}_kP_x^* = \prod_{t=0}^{k-1}\left(1-q_{x+t}^*\right) \tag{۵}$$

و همچنین، با در نظر گرفتن رابطهٔ (۵) امید زندگی بیمه‌شده عبارت است از:

$$e_x^* = \sum_{k=1}^{\omega-x} {}_kP_x^* = \sum_{k=1}^{\omega-x}\prod_{t=0}^{k-1}(1-q_{x+t}^*) \tag{۶}$$

می‌توان عوامل مؤثر در سبک زندگی را نیز در محاسبات در نظر گرفت. به‌عنوان نمونه، در مقالهٔ Sakaniwa *et al.* (2022)، به‌منظور بررسی تأثیر پذیرش سبک زندگی سالم قابل‌اصلاح بر افزایش طول عمر از میان‌سالی به بعد، یک گروه هدف متشکل از ۲۰۳۷۳ مرد و ۲۶۲۴۷ زن ۴۰ تا ۸۰ ساله بررسی شده است. در مقالهٔ مذکور، هشت عامل سبک زندگی قابل‌تغییر مورد ارزیابی قرار گرفته است: مصرف میوه، ماهی و شیر، پیاده‌روی و/یا مشارکت ورزشی، شاخص تودهٔ بدنی، وضعیت سیگارکشیدن، مصرف الکل و مدت زمان خواب. به‌عبارت دیگر، می‌توان تأثیر زندگی سالم بر افزایش طول عمر و درنهایت بر پرداخت‌های مستمری افزایش‌یافته را لحاظ کرد.

در این پژوهش از رابطه‌های (۲) و (۴) به‌عنوان دو رویکرد تعدیل احتمالات بقا و مرگ‌ومیر تحت عنوان رویکردهای «نرخ‌گذاری مبتنی بر سن» و «ضریب تعدیل» استفاده خواهد شد.

*محاسبه پرداخت‌های قطعی مستمری افزایش‌یافته*

بر اساس اصل تعادل در بیمه، برای فردی xساله دارای وضعیت سلامتی استاندارد، حق بیمهٔ یکجای خالص SP با پرداخت‌های مستمری سالانه $C_t$، نرخ سود فنی r و احتمال بقای ${}_np_x$ به‌صورت زیر محاسبه می‌شود (Komijani *et al.*, 2014) و (Gerber, 1997):

$$SP = \sum_{t=1}^{\omega-x} C_t(1+r)^{-t}\, {}_np_x = \sum_{t=1}^{\omega-x} C_t\vartheta^t \prod_{j=0}^{t-1}(1-q_{x+j}) \tag{۷}$$

که می‌توان تابع تنزیل را به‌صورت $\vartheta^t=(1+r)^{-t}$ در نظر گرفت و احتمال بقا را بر اساس احتمالات مرگ‌ومیر سالانه با استفاده از جدول عمر استاندارد، به‌صورت ${}_np_x = \prod_{j=0}^{t-1}(1-q_{x+j})$ محاسبه کرد.

در صورتی که پرداخت‌های مستمری سالانه ثابت در نظر گرفته شود، یعنی فرض شود $C_t=C$، می‌توان میزان پرداختی مستمری را با استفاده از رابطهٔ زیر به‌دست آورد:

$$C = \frac{SP}{\sum_{t=1}^{\omega-x}\vartheta^t\, {}_np_x} = \frac{SP}{\sum_{t=1}^{\omega-x}\vartheta^t\prod_{j=0}^{t-1}(1-q_{x+j})} \tag{۸}$$

حال اگر رابطهٔ (۸) که برای بیمه‌شده با وضعیت سلامتی استاندارد به‌دست آمده است، با احتمالات مرگ‌ومیر تعدیل شده در نظر گرفته شود، میزان پرداختی مستمری برای بیمه‌شده دارای وضعیت سلامتی به‌صورت زیر به‌دست خواهد آمد:

$$C^* = \frac{SP}{\sum_{t=1}^{\omega-x} \vartheta^t \, {}_t p_x^*} = \frac{SP}{\sum_{t=1}^{\omega-x} \vartheta^t \prod_{j=0}^{t-1}(1-q_{x+j}^*)} \qquad (۹)$$

که احتمالات مرگ‌ومیر $q_{x+t}^*$ با استفاده از رابطهٔ (۶) به‌دست می‌آید.

*متغیر تصادفی فازی*

با توجه به اینکه در مقاله از متغیرهای تصادفی فازی برای نرخ بقای ۵سالهٔ بیمه‌شدگان دارای سرطان استفاده کرده‌ایم، در این بخش مفاهیم فازی مانند مجموعهٔ فازی، اعداد فازی را با استفاده از Aalaei (2022a) بیان می‌کنیم و درنهایت استفاده از آن‌ها برای تعریف متغیر تصادفی فازی می‌پردازیم. برای مطالعهٔ جزئیات مباحث فازی به منابع Sanchez and Puchades (2012) و Sanchez and Puchades (2017) ارجاع داده می‌شود.

مجموعهٔ فازی $\tilde{A}$ زیرمجموعه‌ای است که روی مجموعهٔ مرجع $X$ تعریف می‌شود و به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\tilde{A} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x)) \mid x \in X\}$$

که $\mu_{\tilde{A}}(x)$ تابع عضویت است و به‌صورت

$$\mu_{\tilde{A}} : X \to [0,1]$$

تعریف می‌شود. برش α یک مجموعهٔ فازی $\tilde{A}$ به‌صورت $A_\alpha = \{x \in X \mid \mu_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha\}$ که $0 \leq \alpha \leq 1$ تعریف می‌شود. به $\tilde{A}$ نرمال گفته می‌شود اگر برای $sup\, \mu_{\tilde{A}}(x) = 1$ ، $x \in X$. همچنین در صورتی که برای $0 < \alpha \leq 1$ برش‌های α مجموعهٔ فازی $\tilde{A}$ بازه‌های بسته و کراندار باشد، آنگاه $\tilde{A}$ محدب است.

یک عدد فازی $\tilde{A}$ مجموعهٔ فازی محدب و نرمالی است که روی اعداد حقیقی تعریف شده است. می‌توان برش α مجموعهٔ فازی $\tilde{A}$ به‌ازای $\alpha \in (0,1]$ را به‌صورت زیر در نظر گرفت:

$$A_\alpha = [\underline{A}_\alpha, \overline{A}_\alpha] = [\inf_{x \in X}\{\mu_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha\}, \sup_{x \in X}\{\mu_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha\}]$$

فرض کنید $\{\Omega, \mathcal{A}\}$ یک فضای اندازه‌پذیر باشد، $\{\mathcal{R}, \mathcal{B}\}$ فضای اندازه‌پذیر بورل باشد و $F(\mathcal{R})$ مجموعهٔ اعداد فازی را نشان می‌دهد.

مجموعهٔ فازی

$$\tilde{X} : \Omega \to F(\mathcal{R})$$

$$\forall \omega \in \Omega \to \tilde{X}(\omega) = \{(z, \mu_{\tilde{X}(\omega)}(z))\} \in F(\mathcal{R})$$

متغیر تصادفی فازی نامیده می‌شود اگر

$$\forall B \in \mathrm{B},\ \forall\ \alpha \in [0,1],\ \{\omega \in \Omega \mid X(\omega)_\alpha \cap B \neq \emptyset\} \in \mathcal{A}$$

که $\tilde{X}(\omega)$ یک عدد فازی با تابع اندازهٔ $\mu_{\tilde{X}(\omega)}(z)$ است که برش α آن به‌صورت

$$X(\omega)_\alpha = \{z \in \mathcal{R} \mid \mu_{\widetilde{X(\omega)}}(z) \geq \alpha\} = [\underline{X(\omega)}_\alpha, \overline{X(\omega)}_\alpha]$$

است. در این پژوهش، با استفاده از مفاهیم فازی تعریف‌شده و در نظر گرفتن نرخ بقای ۵ساله به‌عنوان یک عدد فازی، به محاسبهٔ پرداخت‌های فازی به‌عنوان یک متغیر تصادفی فازی خواهیم پرداخت.

علاوه بر کاربردی که در این مقاله برای محاسبهٔ پرداخت‌های فازی از متغیرهای تصادفی شده است، کاربردهای دیگری را نیز می‌توان برای آن متصور شد. برخی عوامل ریسک مورد استفاده در ارزیابی ریسک، ممکن است به‌درستی تعریف نشده باشند و استفاده از آن‌ها ابهام ایجاد کند. درواقع، همان‌طور که Horgbi *et al.* (1997) و Horgbi (1998) اشاره کردند، قضاوت‌هایی مانند «فشار خون بالا»، «اضافه وزن» یا «سطح بسیار بالای کلسترول» را می‌توان به‌عنوان متغیرهای کلامی با مرزهای نامشخص در نظر گرفت و به‌جای اینکه با یک مقدار دقیق نمایش داده شود، می‌توانند توسط مجموعه‌های فازی مدل‌سازی شود.

## مروری بر پیشینهٔ پژوهش

در این مقاله پیشینهٔ تحقیق را در دو قسمت بیان می‌کنیم. ابتدا مطالعات انجام‌شده در زمینهٔ مستمری‌های افزایش‌یافته یا غیرمتعارف را بیان می‌کنیم و سپس به بیان مطالعات انجام‌شده در زمینهٔ عوامل ریسک سلامت بیمه‌شده و استفاده از آن در قیمت‌گذاری محصولات بیمهٔ زندگی و مستمری خواهیم پرداخت. ازجمله مطالعاتی که در زمینهٔ مستمری‌های افزایش‌یافته یا غیرمتعارف انجام شده است می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

Drinkwater *et al.* (2006) در گزارشی با عنوان «مستمری‌های نامتعارف» به تشریح این نوع مستمری‌ها، ادبیات موضوع و فرصت بازار برای آن‌ها پرداخته و مسائل مربوط به مدیریت ریسک و مسائلی را که شرکت‌ها باید در هنگام رقابت در بازار مستمری نامتعارف به آن توجه کنند، مورد بحث قرار داده‌اند.

Hoermann and Rub (2008) در مقاله‌ای با عنوان «مستمری افزایش‌یافته و تأثیر پذیره‌نویسی انفرادی بر وضعیت سود یک بیمه‌گر» با استفاده از مدل‌سازی ناهمگونی جمعیت بیمه‌شده، برای یک سبد مستمری معین، تأثیر کیفیت پذیره‌نویسی و اثرات انتخاب نامساعد بر وضعیت سود یا زیان بیمه‌گر تجزیه‌وتحلیل کرده‌اند.

Gatzert *et al.* (2012) در مقاله‌ای با عنوان «طبقه‌بندی ریسک بهینه و کاربرد آن برای مستمری‌های غیرمتعارف» با بیان

این مطلب که مستمری‌های غیرمتعارف، حقوق بازنشستگی بالاتری را به افراد دارای نقص سلامت پرداخت می‌کند و بنابراین نیاز به پذیره‌نویسی ویژهٔ متقاضیان دارد، در مورد فرایند پذیره‌نویسی و ریسک پذیره‌نویسی مربوط به آن بحث کرده‌اند. همچنین در این مقاله، یک مدل نظری برای تعیین سیستم طبقه‌بندی ریسک بهینه با حداکثر سود برای مستمری‌های غیرمتعارف پیشنهاد شده و تأثیر هزینه‌های طبقه‌بندی و هزینه‌های ریسک پذیره‌نویسی بر سودآوری بیمه‌گران نشان داده شده است.

Gatzert and Klotzki (2016) در مقاله‌ای با عنوان «مستمری‌های افزایش‌یافته: محرک‌ها و موانع عرضه و تقاضا» سه محور تحقیقاتی مختلف یعنی توصیف ویژگی‌های بازار، تجزیه‌وتحلیل پیامدهای معرفی مستمری‌های افزایش‌یافته و تکنیک‌های قیمت‌گذاری را مورد بحث قرار داده‌اند.

Sanchez and Puchades (2020) در مقاله‌ای با عنوان «مستمری های افزایش‌یافته به‌عنوان مکمل مستمری بازنشستگی عمومی: تجزیه‌وتحلیل اجرای آن‌ها در اسپانیا» به بررسی جنبه‌های کلیدی این مستمری‌ها پرداخته و با در نظر گرفتن جدول مرگ‌ومیر متناسب با امید به زندگی مستمری، پرداخت‌های مستمری متناسب با عوامل وضعیت سلامتی بیمه‌شده با استفاده از ضرایب تعدیل مرگ‌ومیر در کشور اسپانیا را تعیین کرده است.

Sanchez *et al.* (2020) در مقاله‌ای با عنوان «گنجاندن اطلاعات مبهم در قیمت‌گذاری مستمری‌های غیرمتعارف»، به‌منظور تعیین پرداخت‌های مستمری غیرمتعارف، ضرایب تعدیل مرگ‌ومیر فازی را معرفی کرده‌اند تا ابهامات موجود در وضعیت سلامتی فرد بیمه‌شده از این طریق در نظر گرفته شوند.

Ramsay and Oguledo (2019) در مقاله‌ای با عنوان «مستمری مضاعف افزایش‌یافته و تأثیر کیفیت مراقبت بلندمدت تحت مدل چندحالتی فعالیت‌های زندگی روزمره» به معرفی این محصولات پرداخته است. ایدهٔ اصلی مقاله، استفاده از مدل مارکف چندحالتی برای نشان‌دادن سطوح مختلف توانایی بیمه‌شدهٔ سالمند برای انجام فعالیت‌های رزومره است و هدف اصلی مقاله، ایجاد مبنای نظری برای قیمت‌گذاری این محصولات در ایالات متحده، تعیین سود مورد انتظار از این مستمری‌ها برای یک بازنشسته، تعیین انتخاب بهینهٔ کیفیت مراقبت و بررسی برخی از پیامدهای کیفیت زندگی است.

Aalaei (2022c) در مقاله‌ای با عنوان «استفاده از نرخ بهرهٔ فازی برای مدل‌سازی نااطمینانی در قیمت‌گذاری مستمری‌های افزایش‌یافته» به بررسی قیمت این مستمری‌ها در شرایطی که نرخ بهره به صورت فازی در نظر گرفته شود می‌پردازد.

علاوه بر این، مقالاتی نیز به بررسی عوامل ریسک سلامت افراد و عوامل ناهمگونی مرگ‌ومیر و استفاده از آن در قیمت‌گذاری محصولات بیمهٔ زندگی و مستمری پرداخته‌اند که در ادامه به نمونه‌هایی اشاره می‌کنیم.

Meyricke and Sherris (2013) در مقاله‌ای با عنوان «عوامل تعیین‌کنندهٔ ناهمگونی مرگ‌ومیر و کاربرد آن در قیمت‌گذاری مستمری‌ها»، به اندازه‌گیری ناهمگونی مرگ‌ومیر با استفاده از برازش مدل‌های آمیختهٔ خطی تعمیم‌یافته به داده‌های نمونهٔ بزرگی از مردان آمریکایی پرداخته و تأثیر آن بر روی ارزش منصفانهٔ مستمری‌ها را بررسی کرده‌اند.

Sanchez and Puchades (2021) در مقاله‌ای با عنوان «اوراق مبادلهٔ بیمه‌نامه‌های عمر: تحلیل توصیفی و جنبه‌های کمی»، ضریب تعدیل احتمالات مرگ‌ومیر بیمه‌شده را بر اساس عوامل وضعیت سلامتی بیمه‌شده محاسبه کرده و در مسئلهٔ قیمت‌گذاری اوراق مبادلهٔ بیمه‌نامه‌های عمر از آن استفاده کرده‌اند.

Aalaei (2022b) در مقاله‌ای با عنوان «تأثیر استفاده از جدول عمر بومی بر حق بیمهٔ استاندارد و تعدیل‌شدهٔ انواع محصولات بیمهٔ زندگی»، به بررسی تغییرات حاصل‌شده در محاسبهٔ حق بیمهٔ استاندارد و تعدیل‌شدهٔ محصولات بیمهٔ زندگی پس از به‌کارگیری جدول عمر ایران توسط شرکت‌های بیمه از ابتدای سال ۱۴۰۰ پرداخته است.

بررسی ادبیات پیشین حاکی از آن است که تاکنون در صنعت بیمهٔ کشور، مطالعه‌ای در زمینهٔ محاسبهٔ پرداخت‌های محصول مستمری افزایش‌یافته صورت نگرفته است. همچنین، تاکنون تحقیقی در صنعت بیمهٔ کشور در خصوص در نظر گرفتن تعدیلی برای احتمالات بقا و مرگ‌ومیر بیمه‌شدگان دارای سرطان‌های مختلف در محاسبهٔ پرداختی بیمه‌های مستمری انجام نشده است. علاوه بر این، در این مقاله از رویکرد فازی برای در نظر گرفتن تمام حالات ممکن برای پرداختی مستمری‌های افزایش‌یافته استفاده شده که از جنبه‌های نوآوری تحقیق محسوب می‌شود. در این مقاله، محاسبات با استفاده از نرخ سود فنی بر اساس مکمل آیین‌نامهٔ شماره ۶۸ مصوب شورای عالی بیمه در سال ۱۳۹۵ انجام خواهد شد. به این ترتیب، حداکثر نرخ سود فنی علی‌الحساب مورد استفاده در محاسبات مقالهٔ حاضر، ۱۶ درصد برای دو سال اول، ۱۳ درصد برای دو سال دوم و ۱۰ درصد برای سایر سال‌های بیمه‌نامه است. همچنین جدول عمر بومی که بیمهٔ مرکزی در سال ۱۴۰۰ به شرکت‌های بیمه ابلاغ کرده است، برای محاسبهٔ پرداختی‌های این محصولات مورد استفاده قرار خواهد گرفت. مجموعهٔ این ویژگی‌ها باعث تمایز این تحقیق با سایر تحقیقات شده است.

*سؤالات پژوهش*

این پژوهش، با توجه به اهمیت ارزیابی وضعیت سلامتی فرد در قیمت‌گذاری بیمه‌های زندگی، به دنبال پاسخ‌دادن به سؤالات زیر است:

- در صورتی که بیمه‌شده دارای مشکلات سلامتی بوده و به‌طور خاص مبتلا به سرطان باشد، ضریب تعدیل احتمالات مرگ‌ومیر برای وی چقدر خواهد بود؟
- امید زندگی این فرد در مقایسه با حالت استاندارد چه میزان کمتر خواهد بود؟
- میزان پرداختی مستمری نسبت به حالت استاندارد چه میزان افزایش خواهد داشت؟

- با در نظر گرفتن نرخ بقای ۵ساله به‌عنوان یک عدد فازی، پرداخت‌های فازی این فرد در چه بازه‌ای خواهد بود؟

## روش‌شناسی پژوهش

در این پژوهش، روش تحقیق از نوع کمی است. بدین ترتیب، برای پاسخ به سؤالات، محاسبه احتمالات مرگ‌ومیر و بقای تعدیل‌شده، محاسبهٔ امید زندگی و همچنین محاسبهٔ پرداختی مستمری نیاز است. به این منظور، از آمار منتشرشده توسط American Cancer Society (2022) در زمینهٔ احتمال بقای بیماران مبتلا به انواع سرطان، جهت بررسی ریسک عامل سرطان در بیمه‌شدگان استفاده شده است. علاوه بر این، در این مقاله جدول عمر بومی ابلاغ‌شده توسط نهاد ناظر صنعت بیمه، بیمهٔ مرکزی جمهوری اسلامی ایران که بر اساس پژوهش Mahdavi *et al.* (2016) با استفاده از داده‌های آماری سرشماری‌های نفوس و مسکن کل کشور در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰ و فوت‌های ثبت‌شده توسط سازمان ثبت احوال کشور در سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۱ و همچنین روش‌های ارزیابی و برآورد پوشش مرگ برای اصلاح داده‌ها، برای سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ تدوین گردیده، به‌کار گرفته شده است. همچنین حداکثر نرخ سود فنی اعلام‌شده در مکمل آیین‌نامهٔ شمارهٔ ۶۸ شورای عالی بیمه مورد استفاده قرار گرفته و بر اساس اصل تعادل، پرداختی بیمه مستمری برای یک حق بیمهٔ خالص یکجای معین محاسبه شده است.

علاوه بر این، با استفاده از تئوری اعداد فازی، نرخ بقای نسبی ۵سالهٔ بیمه‌شده به‌صورت فازی در نظر گرفته شده و پرداختی‌های فازی مستمری‌های افزایش‌یافته به‌صورت زیر محاسبه شده است. فرض کنید نرخ بقای نسبی ۵سالهٔ بیمه‌شده دارای مشکل سلامتی، $f$ باشد که به این معنی است که احتمال زنده‌ماندن فرد مبتلا، $f$ برابر چیزی است که بر اساس جدول استاندارد محاسبه می‌شود. در صورتی که عدد فازی $\tilde{f}$ با برش‌های $\alpha$ برای هر $\alpha \in [0,1]$ را به‌صورت $f_\alpha = \left[\underline{f_\alpha}, \overline{f_\alpha}\right]$ در نظر بگیریم، احتمال بقای ۵سالهٔ فازی این فرد به‌صورت زیر محاسبه خواهد شد:

$$ {}_np^*_{x_\alpha} = \left[\underline{{}_np^*_{x_\alpha}}, \overline{{}_np^*_{x_\alpha}}\right] = \left[\underline{f_\alpha}\ {}_np_x, \overline{f_\alpha}\ {}_np_x\right] $$

درنتیجه پرداختی‌های فازی با استفاده از رابطهٔ (۹) به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$ \left[\underline{C^*{}_\alpha}, \overline{C^*{}_\alpha}\right] = \left[\frac{SP}{\sum_{t=1}^{\omega-x} \vartheta^t\ \overline{{}_np^*_x}}, \frac{SP}{\sum_{t=1}^{\omega-x} \vartheta^t\ \underline{{}_np^*_x}}\right] $$

## نتایج و بحث

با توجه به اینکه ماهیت این مقاله محاسبات بیمه‌ای است، تجزیه‌وتحلیل داده‌ها برای آن موضوعیت ندارد. با در نظر گرفتن وضعیت سلامتی برای فرد بیمه‌شده، ضریب تعدیلی برای احتمالات مرگ‌ومیر و بقای فرد در نظر گرفته شد که بر اساس آن، میزان پرداختی مستمری برای این فرد محاسبه گردید و در ادامه، یافته‌های مقاله در این زمینه ارائه می‌شود. با توجه به اینکه امید زندگی فرد دارای مشکلات سلامتی، نسبت به یک فرد معمولی کمتر است، انتظار می‌رود میزان پرداختی مستمری برای این فرد از حالت استاندارد بیشتر باشد. در ادامه با در نظر گرفتن ضرایب تعدیل مختلف، این موضوع را بررسی می‌کنیم. در جدول ۱ امید زندگی و میزان پرداختی مستمری و درصد افزایش آن نسبت به حالت استاندارد برای افراد با سنین مختلف برای $\beta$ های مختلف محاسبه شده است. بدیهی است که $\beta$= ۱ به معنی حالت استاندارد است و هرچه ضریب تعدیل بالاتر رود فرد از نظر سلامتی دچار مشکلات بیشتری است. یافته‌های تحقیق در جدول ۱ نشان می‌دهد که با افزایش ضریب تعدیل $\beta$، امید زندگی بیمه‌شده کاهش و میزان پرداختی مستمری افزایش می‌یابد.

با توجه به اینکه هدف این مقاله، در نظر گرفتن فاکتور وضعیت سلامتی فرد بیمه‌شده در محاسبهٔ پرداختی مستمری است، فاکتور ریسک سرطان را برای بیمه‌شده در نظر گرفته و محاسبات مربوطه را برای این بیمه‌شده انجام می‌دهیم. با توجه به اینکه ابتلا به سرطان‌های مختلف در میزان احتمال بقای فرد تأثیرگذار است، احتمال بقا برای انواع سرطان با مراحل مختلف را بیان می‌کند. انجمن سرطان آمریکا در منبع American Cancer Society (2022)، سه مرحلهٔ زیر را برای سرطان در نظر گرفته است:

- موضعی: هیچ نشانه‌ای از گسترش سرطان به خارج از آن عضو وجود ندارد.
- منطقه‌ای: سرطان در خارج از آن عضو به ساختارهای مجاور یا لنف گسترش یافته است.
- منتشر (متاستاتیک): سرطان به نقاط دورتر بدن مانند ریه‌ها، کبد، یا استخوان‌ها گسترش یافته است.

نرخ بقای نسبی ۵ ساله بر اساس گزارشات American Cancer Society (2022)، برای رایج‌ترین سرطان‌ها با مراحل مختلف در جدول ۲ نشان داده شده است. منظور از نرخ بقای ترکیبی در این جدول، نرخ بقای حاصل از ترکیب همهٔ مراحل موضعی، منطقه‌ای و منتشر برای یک نوع سرطان است.

در ادامه، با استفاده از رویکرد ضریب تعدیل که در رابطه (۴) بیان شد، نحوهٔ محاسبهٔ ضرایب تعدیل احتمالات مرگ‌ومیر بر اساس نرخ بقای نسبی ۵ساله برای صنعت بیمهٔ ایران بیان خواهد شد. مطابق جدول ۲، نرخ بقای نسبی ۵ساله برای فردی دارای سرطان منطقه‌ای پوست ۶۸ درصد است که به این معنی است که احتمال زنده‌ماندن فرد مبتلا، ۶۸ درصد چیزی است که بر اساس جدول استاندارد محاسبه می‌شود. با توجه به اینکه در جدول زندگی ایران، ${}_5P_{65} =$ ۰/۹۰۴۰ ، افزایش نرخ مرگ‌ومیر یک‌ساله توسط این عامل، $\rho_1$، با حل ۰/۹۰۴۰ × ۰/۶۸ $= \prod_{t=0}^{4}\left[1-(1+\rho_1)P_{65+t}\right]$ مقدار ۳/۶۴ $= \rho_1$ به‌دست می‌آید و درنتیجه $\beta$= ۴/۶۴ خواهد بود.

ضریب تعدیل برای بیمه‌شدگان ۶۵ساله مبتلا به سرطان‌های

جدول ۱: تأثیر ضریب تعدیل بر امید زندگی، میزان پرداختی و درصد افزایش مستمری نسبت به حالت استاندارد برای بیمه‌شدگان با سنین مختلف

Table 1: The effect of the adjustment factor on life expectancy, the amount of payment and the percentage of enhanced annuity compared to the standard state for insured persons of different ages

| سن / $\beta$ | ۶۰ | | ۶۵ | | ۷۰ | | ۷۵ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | امید زندگی | پرداختی | امید زندگی | پرداختی | امید زندگی | پرداختی | امید زندگی | پرداختی |
| ۱ | ۲۰/۰۹ | ۱۴۶/۶۸ | ۱۶/۲۱ | ۱۶۱/۰۳ | ۱۲/۷۰ | ۱۸۲/۲۲ | ۹/۶۳ | ۲۱۳/۸۲ |
| ۱/۵ | ۱۶/۸۳ | ۱۵۸/۰۵<br>۷/۷۵٪ | ۱۳/۲۴ | ۱۷۷/۹۳<br>۱۰/۴۹٪ | ۱۰/۰۶ | ۲۰۷/۸۰<br>۱۴/۰۴٪ | ۷/۳۶ | ۲۵۳/۶۰<br>۱۸/۶۱٪ |
| ۲ | ۱۴/۶۸ | ۱۶۸/۶۰<br>۱۴/۹۴٪ | ۱۱/۳۱ | ۱۹۳/۸۱<br>۲۰/۳۵٪ | ۸/۳۹ | ۲۳۲/۳۶<br>۲۷/۵۲٪ | ۵/۹۶ | ۲۹۲/۹۶<br>۳۷/۰۱٪ |
| ۲/۵ | ۱۳/۱۰ | ۱۷۸/۶۳<br>۲۱/۷۹٪ | ۹/۹۳ | ۲۰۹/۱۱<br>۲۹/۸۵٪ | ۷/۲۱ | ۲۵۶/۴۶<br>۴۰/۷۴٪ | ۴/۹۹ | ۲۳۲/۷۰<br>۵۵/۶۰٪ |
| ۳ | ۱۱/۸۸ | ۱۸۸/۳۲<br>۲۸/۳۹٪ | ۸/۸۷ | ۲۲۴/۰۵<br>۳۹/۱۳٪ | ۶/۳۲ | ۲۸۰/۴۲<br>۵۳/۸۹٪ | ۴/۲۸ | ۳۷۳/۳۰<br>۷۴/۵۹٪ |

جدول ۲: مقایسهٔ ضریب تعدیل، امید زندگی تعدیل‌شده و میزان پرداختی قطعی و فازی مستمری افزایش‌یافته برای بیمه‌شدگان ۶۵سالهٔ مبتلا به سرطان‌های مختلف

Table 2: Comparison of the adjustment coefficient, adjusted life expectancy and the deterministic and fuzzy payout amount of the enhanced annuity for the 65-year-old insured with different cancers

| سرطان | نوع | نرخ بقای نسبی ۵ساله (درصد) | ضریب تعدیل (β) | امید زندگی تعدیل شده ($e_x^*$) | پرداختی قطعی با ضریب β (درصد افزایش) (الف) | پرداختی فازی با ضریب β ($\alpha = 0$) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| پستان | موضعی | ۹۹ | ۱/۱۰ | ۱۵/۵۰ | ۱۶۴/۴۷ (۲/۱۳٪) | [۱۶۱/۰۴,۱۶۷/۸۸] |
| | منطقه‌ای | ۸۶ | ۲/۴۶ | ۱۰/۰۳ | ۲۰۷/۸۱ (۲۹/۰۵٪) | [۱۷۴/۶۱,۲۴۲/۲۲] |
| | منتشر | ۲۹ | ۱۱/۷۳ | ۳/۰۲ | ۴۸۹/۲۱ (۲۰۳/۷۹٪) | [۴۱۴/۰۵,۵۹۷/۷۷] |
| | ترکیبی | ۹۰ | ۲/۰۲ | ۱۱/۲۴ | ۱۹۴/۵۱ (۲۰/۷۹٪) | [۱۶۱/۰۴,۲۲۸/۱۸] |
| رودهٔ بزرگ | موضعی | ۹۰ | ۲/۰۲ | ۱۱/۲۴ | ۱۹۴/۵۱ (۲۰/۷۹٪) | [۱۶۱/۰۴,۲۲۸/۱۸] |
| | منطقه‌ای | ۷۲ | ۴/۱۲ | ۷/۱۹ | ۲۵۶/۷۵ (۵۹/۴۳٪) | [۲۲۱/۳۲,۲۹۵/۹۷] |
| | منتشر | ۱۵ | ۱۶/۴۱ | ۲/۱۱ | ۶۵۹/۴۰ (۳۰۹/۴۷٪) | [۵۲۷/۱۰,۹۵۵/۸۹] |
| | ترکیبی | ۶۵ | ۵/۰۵ | ۶/۲۱ | ۲۸۳/۶۹ (۷۶/۱۷٪) | [۲۴۵/۸۰,۳۲۶/۷۹] |
| ریه (سلول غیرکوچک) | موضعی | ۶۴ | ۵/۱۸ | ۶/۰۹ | ۲۸۷/۷۳ (۷۸/۶۸٪) | [۲۴۹/۴۱,۳۳۱/۴۸] |
| | منطقه‌ای | ۳۷ | ۹/۸۳ | ۳/۵۸ | ۴۲۷/۳۸ (۱۶۵/۳۹٪) | [۳۶۶/۸۰,۵۰۷/۴۳] |
| | منتشر | ۸ | ۲۰/۳۲ | ۱/۶۲ | ۸۲۷/۰۳ (۴۱۳/۵۷٪) | [۷۹۵/۲۰,۸۶۳/۳۴] |
| | ترکیبی | ۲۶ | ۱۲/۵۵ | ۲/۸۲ | ۵۱۷/۰۷ (۲۲۱/۰۹٪) | [۴۳۴/۳۲,۶۴۲/۵۰] |
| پوست | موضعی | ۹۹ | ۱/۱۰ | ۱۵/۵۰ | ۱۶۴/۴۷ (۲/۱۳٪) | [۱۶۱/۰۴,۱۶۷/۸۸] |
| | منطقه‌ای | ۶۸ | ۴/۶۴ | ۶/۶۰ | ۲۷۱/۸۸ (۶۸/۸۳٪) | [۲۳۵/۱۵,۳۱۳/۱۷] |
| | منتشر | ۳۰ | ۱۱/۴۷ | ۳/۰۹ | ۴۸۰/۵۹ (۱۹۸/۴۳٪) | [۴۰۷/۶۵,۵۸۴/۵۰] |
| | ترکیبی | ۹۳ | ۱/۷۱ | ۱۲/۳۵ | ۱۸۴/۵۸ (۱۴/۶۲٪) | [۱۵۰/۴۴,۲۱۷/۹۱] |

مختلف، امید زندگی تعدیل‌شده، میزان پرداختی قطعی مستمری و درصد افزایش آن نسبت به حالت استاندارد که با استفاده از رویکرد ضریب تعدیل مبتنی بر رابطهٔ (۴) به‌دست آمده است و همچنین میزان پرداختی فازی پیشنهادی در ازای حق بیمهٔ یکجای ۱۰۰۰ واحدی در جدول ۲ ارائه شده است.

در این جدول، برای بیماران دارای سرطان موضعی پستان که دارای نرخ بقای نسبی ۵سالهٔ ۹۹ درصد هستند و برای بیماران دارای سرطان منتشر ریه که دارای نرخ بقای نسبی ۵سالهٔ ۸ درصد هستند، نرخ بقای فازی به ترتیب بازه (۱۰۰,۹۸) و (۱۰,۸) در نظر گرفته شده است. برای سایر بیماران، بازهٔ مذکور به‌صورت

جدول ۳: محاسبهٔ سن بیمه‌شده بر اساس جدول عمر استاندارد بر حسب امید زندگی تعدیل‌شده برای بیمه‌شدگان ۶۵ سالهٔ مبتلا به سرطان‌های مختلف و مقایسهٔ میزان پرداختی مستمری افزایش‌یافته با استفاده از دو رویکرد تعدیل احتمالات

Table 3: Calculation of the age of the insured based on the standard life table in terms of adjusted life expectancy for 65-year-old insured with various cancers and the comparison of the amount of the enhanced annuity payment using two probability adjustment approaches

| سرطان | نوع | سن استاندارد بر حسب امید زندگی تعدیل شده ($x^*$) | پرداختی بر اساس $x^*$ (ب) | تفاضل پرداختی‌ها ((ب)-(الف)) |
|---|---|---|---|---|
| پستان | موضعی | ۶۶ | ۱۶۷/۳۴ | -۲/۸۷ |
| | منطقه‌ای | ۷۳ | ۲۴۱/۶۵ | -۳۳/۸۴ |
| | منتشر | ۸۸ | ۱۶۲۹/۳۲ | -۱۱۴۰/۱۱* |
| | ترکیبی | ۷۲ | ۲۲۶/۴۲ | -۳۱/۹۱ |
| روده بزرگ | موضعی | ۷۲ | ۲۲۶/۴۲ | -۳۱/۹۱ |
| | منطقه‌ای | ۷۹ | ۴۰۴/۱۳ | -۱۴۷/۳۸ |
| | منتشر | ۹۲ | ۴۵۲۵/۶۱ | -۳۸۶۶/۲۱* |
| | ترکیبی | ۸۱ | ۵۰۹/۲۸ | -۲۲۵/۵۹ |
| به (سلول غیرکوچک) | موضعی | ۸۱ | ۵۰۹/۲۸ | -۲۲۱/۵۵ |
| | منطقه‌ای | ۸۸ | ۱۶۲۹/۳۲ | -۱۲۰۱/۹۴* |
| | منتشر | ۹۶ | ۱۹۵۳/۳۰ | -۱۱۲۶/۲۷* |
| | ترکیبی | ۹۲ | ۴۵۲۵/۶۱ | -۴۰۰۸/۵۴* |
| پوست | موضعی | ۶۶ | ۱۶۷/۳۴ | -۲/۸۷ |
| | منطقه‌ای | ۸۱ | ۵۰۹/۲۸ | -۲۳۷/۴۰ |
| | منتشر | ۸۸ | ۱۶۲۹/۳۲ | -۱۱۴۸/۷۳* |
| | ترکیبی | ۷۰ | ۲۰۱/۵۶ | -۱۶/۹۸ |

$(f - 0.10, f + 0.10)$ است.

همان‌طور که ملاحظه می‌کنید، با توجه به اینکه افراد مبتلا به سرطان هستند بنابراین میزان مستمری پرداختی برای تمام این افراد نسبت به حالت استاندارد، افزایش یافته است. ولی نکتهٔ مهم میزان این افزایش است که بر اساس احتمال بقای ۵سالهٔ افراد مبتلا به انواع سرطان مشخص می‌شود. به‌عبارت دیگر، هرچه احتمال بقای ۵ساله بیشتر باشد، ضریب تعدیل کمتر، امید زندگی بیشتر و میزان افزایش پرداختی مستمری کمتر خواهد بود. برای توضیح بیشتر، میزان پرداختی به دو فرد ۶۵سالهٔ مبتلا به دو نوع سرطان را با هم مقایسه می‌کنیم. به‌عنوان مثال، برای فرد ۶۵سالهٔ مبتلا به سرطان موضعی رودهٔ بزرگ با احتمال بقای ۵سالهٔ ۹۰ درصد، ضریب تعدیل ۲/۰۲، امید زندگی ۱۱/۲۴ و پرداختی مستمری ۱۹۴/۵۱ محاسبه شده است که در مقایسه با حالت استاندارد، ۲۰/۷۹ درصد پرداختی مستمری افزایش داشته است.

حال فرض کنید بیمه‌شدهٔ ۶۵سالهٔ دیگری مبتلا به سرطان موضعی ریه باشد. احتمال بقای ۵سالهٔ این فرد، ۶۴ درصد است که بر این اساس ضریب تعدیل احتمالات مرگ‌ومیر برای این فرد ۵/۱۸، امید زندگی تعدیل‌شده ۶/۰۹ و پرداختی مستمری ۲۸۷/۷۳ خواهد بود که این پرداختی نسبت به حالت استاندارد ۷۸/۱۷ درصد افزایش یافته است. بنابراین، میزان افزایش پرداختی مستمری به فرد دوم به‌دلیل احتمال بقای پایین‌تر و در نتیجه امید زندگی پایین‌تر، بیشتر از فرد اول بوده است. به‌عبارت دیگر، انتظار می‌رود شرکت بیمه برای فرد دوم، تعداد سال‌های کمتری مستمری پرداخت کند و بنابراین، با فرض حق بیمهٔ یکسان برای این دو فرد، پرداختی مستمری برای فرد دوم بیشتر خواهد بود.

همچنین با مقایسهٔ نتایج حاصل‌شده برای بیمه‌شدگان مبتلا به سرطان‌های مختلف در جدول ۲، سرطان موضعی پوست و سرطان موضعی پستان با احتمال بقای ۵سالهٔ ۹۹ درصد دارای کمترین افزایش پرداختی مستمری به میزان ۲/۱۳ درصد و سرطان منتشر ریه و سرطان منتشر رودهٔ بزرگ با احتمال بقای به ترتیب ۸ و ۱۵ درصد دارای بیشترین افزایش پرداختی مستمری به میزان ۴۱۳/۵۷ و ۳۰۹/۴۷ درصد بوده است. نکتهٔ قابل‌توجه این است که در صورتی که امید زندگی فرد زیر دو سال باشد، خرید بیمه‌نامهٔ مستمری توجیهی ندارد. در مورد سرطان ریه از نوع منتشر، امید زندگی ۱/۶۲ به‌دست آمده است و پرداختی مستمری و میزان افزایش آن نسبت به حالت استاندارد، جهت تأیید و اعتبارسنجی یافته‌های مقاله آورده شده است.

در ادامه، برای استفاده از رویکرد نرخ‌گذاری مبتنی بر سن یعنی رابطهٔ شماره (۲)، سن بیمه‌شده بر اساس جدول عمر استاندارد ($x^*$) بر حسب امید زندگی تعدیل‌شده ($e_x^*$) برای بیمه‌شدگان ۶۵سالهٔ

مبتلا به سرطان‌های مختلف و میزان پرداختی برای این رویکرد محاسبه شده است. همچنین، مقایسه‌ای بین میزان پرداختی مستمری افزایش‌یافته با استفاده از این دو رویکرد انجام شده است که نتایج آن در جدول ۳ ارائه شده است. پرداختی مستمری برای رویکرد مبتنی بر ضریب احتمال در جدول ۲ با (الف) و برای رویکرد نرخ‌گذاری مبتنی بر سن در جدول ۳ با (ب) مشخص شده است.

یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که در حالت کلی، پرداختی‌ها بر اساس رویکرد رابطه (۴) کمتر از رویکرد رابطه (۲) است. همچنین، پرداختی‌های محاسبه‌شده برای نرخ بقای ۵سالهٔ بالای ۸۰ درصد برای رویکرد رابطه (۲) در بازهٔ محاسبه‌شده بر اساس تئوری فازی قرار می‌گیرد. این در حالی است که برای نرخ بقای ۵سالهٔ پایین‌تر از ۸۰ درصد، به‌دلیل اینکه امید زندگی تعدیل‌شده پایین و بنابراین سن متناسب برای این امید زندگی در جدول عمر استاندارد بالاست، احتمالات بقای بیمه‌شده پایین و درنتیجه مخرج رابطهٔ (۹) عدد کوچکی خواهد بود که منجر به بالابودن پرداختی مستمری محاسبه‌شده می‌شود. درنتیجه، برای نرخ‌های بقای پایین‌تر از ۸۰ درصد، استفاده از رابطهٔ (۲) پیشنهاد نمی‌شود. در جدول ۳، تفاضل پرداختی‌ها برای نرخ‌های بقای پایین‌تر از ۴۰ درصد، خیلی زیاد است و با ستاره نشان داده شده است که بیانگر همین موضوع است.

## جمع‌بندی و پیشنهادها

در قیمت‌گذاری سنتی بیمه‌های مستمری، فرض بر این بود که همهٔ افراد همسن، دارای وضعیت سلامتی یکسان و متعارفی هستند. در برخی از کشورها مانند انگلستان و آمریکا، محصول مستمری‌های افزایش‌یافته ارائه شده است که منجر به تغییر رویکرد بازار مستمری از قیمت‌گذاری مبتنی بر سن به قیمت‌گذاری بر اساس ارزیابی پزشکی شده است. بر این اساس، وضعیت سلامتی فرد با توجه به عوامل ریسک مختلف ازجمله منطقهٔ جغرافیایی، وضعیت سیگارکشیدن، سطح فشار خون، مقدار کلسترول، شاخص تودهٔ بدنی و سایر بیماری‌ها بررسی می‌شود و در صورتی که فرد دارای مشکل سلامتی باشد، با در نظر گرفتن میزان تأثیر عامل یا عوامل ریسک بر بقای فرد نسبت به حالت استاندارد، پرداخت مستمری افزایش می‌یابد.

تعیین میزان وضعیت سلامتی فرد می‌تواند بر اساس پروندهٔ پزشکی فرد و یا در صورت لزوم انجام آزمایشات و بررسی‌های تکمیلی تعیین شود. علاوه بر این سبک زندگی، انجام ورزش‌هایی که ممکن است منجر به وضعیت جسمانی بهتر فرد شوند و یا ریسک‌هایی که انجام برخی ورزش‌ها می‌تواند برای فرد ایجاد کند، می‌تواند درنتیجهٔ این ارزیابی تأثیر مثبت یا منفی داشته باشند. در این مقاله برای احتمال بقای فرد مبتلا به سرطان، از گزارشات انجمن سرطان آمریکا استفاده شده است. این در حالی است که میزان ابتلا به انواع بیماری و به‌طور خاص سرطان در کشورهای مختلف بر اساس سبک رایج زندگی و نوع اقلیم می‌تواند متفاوت باشد. همچنین دسترسی به داروهای مؤثرتر و درمان‌های بهتر برای افراد مبتلا به بیماری در کشورهای مختلف متفاوت است. بنابراین، دسترسی به اطلاعات مربوط به کشور ایران، می‌تواند به دقیق‌تر شدن محاسبات ضریب تعدیل و حق بیمهٔ مربوطه کمک کند.

همچنین با دسترسی به داده‌های نرخ بقا در بیماران مبتلا به سرطان طی سالیان اخیر، می‌توان میزان بهبود نرخ بقا در این بیماران را پیش‌بینی و ضریب تعدیل را وابسته به دورهٔ زمانی تعریف کرد.

در این مقاله، نرخ بقای ۵سالهٔ بیمه‌شدهٔ مبتلا به سرطان به‌عنوان عددی فازی در نظر گرفته شد و پرداختی‌های فازی بر این اساس به‌دست آمد. علاوه بر این، تعیین ضریب تعدیل برای برخی بیماری‌ها مانند فشار خون بالا یا مبتلابودن به دیابت به‌دلیل مبهم بودن این عبارات، به‌صورت دقیق امکان‌پذیر نیست. در برخی مقالات برای رفع این مشکل از ضرایب تعدیل فازی استفاده شده است. در این صورت، یک بازه شامل کلیه حالت‌های ممکن برای پرداختی مستمری به‌دست خواهد آمد که شرکت بیمه می‌تواند بر اساس ارزیابی خود در مورد وضعیت سلامتی بیمه‌شده، میزان پرداختی را از این بازه مشخص کند. علاوه بر این، نرخ سود فنی بیمه‌نامه نیز در محاسبهٔ پرداخت‌های این محصول، می‌تواند فازی در نظر گرفته شود و به‌عنوان یکی از منابع نااطمینانی مدل‌سازی شود. همچنین احتمال بقا یا مرگ‌ومیر افرادی که به‌صورت مداوم ورزش خاصی را انجام می‌دهند، به‌عنوان مثال فردی که ورزش سقوط آزاد(Base jumping) را به‌صورت مداوم انجام می‌دهد، با سایر افراد متفاوت خواهد بود. دانستن احتمالات بقا بر اساس نوع ورزش نیز می‌تواند به محاسبهٔ پرداختی‌های دقیق‌تر منجر شود.

درنهایت، با توجه به اینکه پرداختی محصول مستمری افزایش‌یافته برای افرادی که دارای مشکلات سلامتی هستند نسبت به افراد با وضعیت سلامتی استاندارد بیشتر است، انتظار می‌رود شرکت‌های بیمه با معرفی این محصول، مشتریان بیشتری برای ارائه بیمه‌های مستمری جذب کنند و این امر منجر به افزایش ضریب نفوذ بیمهٔ زندگی شود. اگرچه ارائهٔ محصولات جدید و متنوع نیازمند استفاده از مفروضات بیشتر و داده‌های دقیق‌تری به‌ویژه برای ارزیابی وضعیت سلامتی فرد است و نسبت به محصولات متعارف، محاسبات فنی پیچیده‌تری را می‌طلبد. بنابراین، لازم است شرکت‌های بیمه برای به‌روزرسانی دانش و تخصص نیروی انسانی خود نیز برنامه‌ریزی‌های لازم را داشته باشند.

## تشکر و قدردانی

از داوران محترم برای ارائهٔ نظرات سازنده و از همکاران محترم پژوهشنامهٔ بیمه برای پیگیری و تعامل خوب، نهایت تشکر و قدردانی را دارم.

## تعارض منافع

نویسنده اعلام می‌دارد که در مورد انتشار این مقاله تضاد منافع وجود ندارد. علاوه بر این، موضوعات اخلاقی شامل سرقت ادبی، رضایت آگاهانه، سوءرفتار، جعل داده‌ها، انتشار و ارسال مجدد و مکرر توسط نویسنده رعایت شده است.

## دسترسی آزاد



## یادداشت ناشر

ناشر نشریه پژوهشنامه بیمه با توجه به مرزهای حقوقی در نقشه‌های منتشر شده بی‌طرف باقی می‌ماند.

## منابع

Aalaei, M., (2021). Review of life annuity products, their risks, options and guarantees in selected OECD member countries. Insur. Res. Cent. Tehran. Iran., 158(1): 1-69 **(69 Pages)**. [In Persian]

Aalaei, M., (2022a). Pricing life insurance products in Iran using fuzzy interest rates. Iran. J. Insur. Res., 11(1): 15-30 **(16 Pages)**. [In Persian]

Aalaei, M., (2022b). The impact of using Iranian life table on standard and modified premium of various life insurance products. J. Popul. Assoc. Iran., 17(33): 159-177 **(19 Pages)**. [In Persian]

Aalaei, M., (2022c). Using fuzzy interest rates for uncertainty modelling in enhanced annuities pricing. Int. J. Math. Model. Comput., 12(4). [In Persian]

Aalaei, M., (2023). Pricing life settlements in the secondary market using fuzzy internal rate of return. J. Math. Model. Finance., 2(2): 53-62 **(10 Pages)**. [In Persian]

Aalaei, M.; Safarzadeh, E.; Ebrahimnejad, K., (2023). Pricing life settlements in the secondary market for Iran. Financ. Res. J. [In Persian]

American Cancer Society (2022). Early detection, diagnosis, and staging.

Brockett, P.L.; Chuang, S.L.; Deng, Y.; MacMinn, R.D., (2013). Incorporating longevity risk and medical information into life settlement pricing. J. Risk. Insur., 80(3): 799-826 **(28 Pages)**.

Dickson, D.C.; Hardy, M.R.; Waters, H.R., (2019). Actuarial mathematics for life contingent risks. Cambridge University Press.

Dolan, V.F.; Falu, M., (2014). Advantages of a life expectancy using life insurance: Underwriting and life settlement methods in the legal setting. VFD Consulting, Inc.

Drinkwater, M.; Montminy, J.E.; Sondergeld, E.T.; Raham, C.G.; Runchey, C.R., (2006). Substandard annuities. LIMRA. Int. Inc. Soc. Actuaries. Collab. Ernst. Young LLP., 1-54 **(54 Pages).**

Gerber, H.U., (1997). Life insurance mathematics. Springer.

Gatzert, N.; Klotzki, U., (2016). Enhanced annuities: Drivers of and barriers to supply and demand. Geneva. Pap. Risk. Insur. Issue. Pract., 41(1): 53-77 **(25 Pages)**.

Gatzert, N.; Hoermann, G.S.; Schmeiser, H., (2012). Optimal risk classification with an application to substandard annuities. N. Am. Actuarial J., 16(4): 462-486 **(25 Pages)**.

Hoermann, G.; Ruß, J., (2008). Enhanced annuities and the impact of individual underwriting on an insurer's profit situation. Insur. Math. Econ., 43(1): 150-157 **(8 Pages)**.

Horgby, P.J., (1998). Risk classification by fuzzy inference. Geneva. Pap. Risk. Insur. Theory., 23(1): 63-82 **(20 Pages)**.

Horgby, P.J.; Lohse, R.; Sittaro, N.A., (1997). Fuzzy underwriting: An application of fuzzy logic to medical underwriting. J. Actuarial. Pract., 5(1): 79-104 **(26 Pages)**.

Komijani, A.; Mohammadi, S.; Kousheshi, M.; Niakan, L., (2014). Life annuity pricing based on fuzzy technical interest rate. Iran. J. Insur. Res., 3(4): 33-60 **(28 Pages)**. [In Persian]

Mahdavi, G.; Koosheshi, M.; Sasani, M.; Torkashvand, M., (2016). Compilation of the life tables of men and women in the year 2012, separated by urban and rural areas, and its application in calculating insurance premiums for different types of life insurance contracts. Res. Project. Insur. Res. Cent., 50: 1-14 **(14 Pages)**. [In Persian]

Meyricke, R.; Sherris, M., (2013). The determinants of mortality heterogeneity and implications for pricing annuities. Insur. Math. Econ., 53(2): 379-387 **(9 Pages)**.

OECD (2016). Life annuity products and their guarantees. OECD Publishing Paris: 1-108 **(108 Pages)**.

Olivieri, A., (2006). Heterogeneity in survival models: Applications to pensions and life annuities. Belg. Actuarial Bull. 6(1): 1-33 **(33 Pages)**.

Ramsay, C.M.; Oguledo, V.I., (2019). Doubly enhanced annuities (DEANs) and the Impact of quality of long-term care under a multi-state model of activities of daily living (ADL). N. Am. Actuarial J., 24(1): 57-99 **(43 Pages)**.

Sakaniwa, R.; Noguchi, M.; Imano, H.; Shirai, K.; Tamakoshi, A.; Iso, H., (2022). Impact of modifiable healthy lifestyle adoption on lifetime gain from middle to older age. Age and ageing., 51(5): 1-8 **(8 Pages)**.

Sanchez, J.A.; Puchades, L.G., (2012). Using fuzzy random variables in life annuities pricing. Fuzzy Sets Syst., 188(1): 27-44 **(18 Pages)**.

Sanchez, J.A.; Puchades, L. G., (2017). Some computational results for the fuzzy random value of life actuarial liabilities. Iran. J. Fuzzy. Syst., 14(4): 1-25 **(25 Pages)**.

Sanchez, J.A.; Puchades, L.G., (2020). Enhanced annuities as a complement to the public retirement pension: analysis of their implementation in Spain. Revista Galega de Economía., 29(3): 1-19 **(19 Pages)**.

Sanchez, J.A.; Puchades, L.G., (2021). Life settlements: Descriptive analysis and quantitative aspects. Manage. Lett., 21(2): 19-34 **(16 Pages)**.

Sanchez, J.A.; Puchades, L.G.; Zhang, A., (2020). Incorporating fuzzy information in pricing substandard annuities. Comput. Ind. Eng., 145(1): 1-10 **(10 Pages)**.

Xu, J., (2019). Dating death: An empirical comparison of medical underwriters in the U.S. life settlements market. N. Am. Actuarial J., 24(1): 36-56 **(21 Pages)**.

| AUTHOR(S) BIOSKETCHES | معرفی نویسندگان |
|---|---|

**محبوبه اعلائی**، استادیار گروه پژوهشی بیمه‌های اشخاص، پژوهشکدهٔ بیمه، تهران، ایران

- Email: *aalaei@irc.ac.ir*
- ORCID: 0000-0002-6138-3186
- Homepage: https://www.irc.ac.ir/aalaei

**HOW TO CITE THIS ARTICLE**

*Aalaei, M., (2023). Introducing enhanced annuity product and calculating its payouts for the insureds with different cancers using adjustment approaches of possible mortality. Iran. J. Insur. Res., 12(2): 143-154.*

**DOI:** 10.22056/ijir.2023.02.05

**URL:** https://ijir.irc.ac.ir/article_160290.html?lang=en